

PENENTUAN KOORDINAT STASIUN GNSS CORS GMU1 DENGAN KOMBINASI TITIK IKAT GPS GLOBAL DAN REGIONAL

Sri Rezki Artini

Staf pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Sriwijaya,
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang, 30139, Indonesia
E-mail: srirezkartini@yahoo.com

ABSTRAK

Stasiun GNSS CORS bekerja dengan menangkap sinyal-sinyal dari satelit GNSS secara terus menerus setiap hari yang dapat memberikan koreksi koordinat pada pengukuran posisi menggunakan receiver GNSS. Stasiun GNSS CORS ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan posisi relatif, baik secara real-time maupun post processing. Di Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM terdapat stasiun GNSS CORS yaitu GMU1 sudah beroperasi sejak tahun 2009. Penelitian ini mendefinisikan ulang koordinat stasiun GMU1 menggunakan data pengamatan GNSS selama tujuh hari yaitu tanggal 14 Juli 2012 sampai dengan tanggal 20 Juli 2012 menggunakan kombinasi titik ikat global IGS dan regional. Pengolahan menggunakan software ilmiah GAMIT/GLOBK. Hasil penelitian ini berupa panjang baseline beserta ketelitiannya. Baseline yang terbentuk dari stasiun BORB ataupun baseline yang menuju stasiun BORB memiliki simpangan baku lebih besar yaitu rata-rata simpangan bakunya sebesar 13,81 mm. Hasil penelitian ini juga diperoleh nilai koordinat kartesian 3D dari stasiun GNSS CORS GMU1 pada tahun 2012 menggunakan kombinasi titik ikat global dan regional adalah $X (m) = -2200206,970 m \pm 26,06 mm$; $Y (m) = 5924895,455 m \pm 26,13 mm$; $Z (m) = -855932,576 m \pm 191,11 mm$. Perbedaan koordinat yang dihasilkan project global dan project kombinasi adalah hingga fraksi centimeter.

Kata kunci: stasiun GNSS CORS GMU1, Titik ikat GPS, software GAMIT

PENDAHULUAN

Survei *Global Navigation Satellite System* (GNSS) adalah suatu sistem satelit yang umum digunakan dalam survei GNSS adalah *Global Positioning System* (GPS) (Wellenhof, B.H., 2008). GPS dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Menurut Robert (2009), selain dari GPS, penentuan posisi dengan GNSS yaitu GLONASS yang dibuat oleh Rusia, GALILEO yang dibuat oleh Eropa, dan COMPASS yang dibuat oleh China. *Receiver* yang berbasis satelit GNSS telah berkembang dengan pesat di berbagai negara untuk keperluan *positioning* yaitu pada stasiun aktif berupa fasilitas *International IGS System Services* (IGS). Salah satu fasilitas layanan kepada *user* adalah IGS yang memberikan koreksi kesalahan orbit dan kesalahan sistem pencatat waktu (Issac, 2007). Pada umumnya IGS digunakan untuk keperluan yang bersifat *scientific*, misalnya studi *plate tectonic movement*, total *electronic content*, pemodelan orbit satelit, dan lain-lain (Sunantyo, 2009). Sedangkan CORS pada umumnya digunakan untuk berbagai kepentingan praktis (*engineering purposes*). Jurusan Teknik

Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada mempunyai dua stasiun GNSS aktif, salah satunya yaitu GMU1 (berkategori nasional). Stasiun aktif GMU1 yang telah beroperasi sejak tahun 2009 yang merupakan titik kontrol geodetik. Pada tahun 2009 posisi stasiun GMU1 telah dilakukan pendefinisian pertama kali oleh Sunantyo dkk menggunakan data pengamatan GNSS selama 10 hari yaitu pada bulan Juli dengan *Day of Year (doy)* 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 211, dan 212. Titik ikat yang digunakan berjumlah enam stasiun IGS dan menggunakan ITRF 2005.

Pendefinisian ulang stasiun aktif GMU1 pada tahun 2011 dilakukan oleh Muliawan dengan menggunakan data pengamatan GNSS selama 29 hari yaitu pada bulan Mei dengan *doy* 121 sampai dengan *doy* 149. Pada penelitian tersebut disusun beberapa *project* yaitu GMU1a, GMU1b, GMU1c, dan GMU1d. Setiap *project* memiliki konfigurasi yang berbeda satu sama lain yakni dalam hal distribusi titik IGS yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan pada *project* GMU1a memiliki ketelitian paling tinggi karena

konfigurasi pada *project* ini menggunakan 10 buah stasiun IGS yang terdistribusi secara merata di sekitar stasiun aktif GMU1 dan menggunakan ITRF 2008. Pada tahun 2012 pendefinisian ulang GMU1 dilakukan oleh Artini yaitu menggunakan data pengamatan GNSS selama tujuh hari yaitu tanggal 14 Juli 2012 sampai dengan tanggal 20 Juli 2012. Pengolahan data tersebut menggunakan tujuh titik ikat stasiun global IGS yaitu DGAR, GUAM, IISC, KARR, KUNM, PIMO, dan TOW2

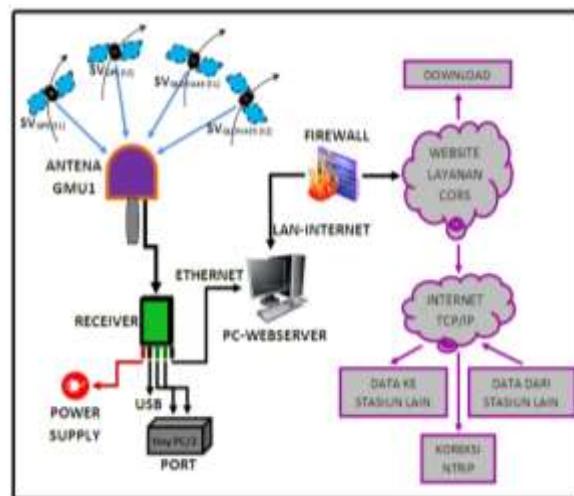
Posisi spasial titik kontrol geodetik senantiasa berubah mengikuti pergerakan kerak bumi. Menurut Fahrurazzi dan Sunantyo (2011), kondisi wilayah kepulauan Indonesia yang rentan terhadap aktifitas tektonik sehingga akan berimbas pada titik-titik kontrol geodetik di Indonesia. Posisi spasial titik kontrol geodetik seperti GNSS CORS GMU1 senantiasa berubah mengikuti pergerakan kerak bumi (Artini, 2013). Hal ini sejalan dengan penelitian Bock, dkk., tahun 2003. Bock melakukan studi pergerakan lempeng di Kepulauan Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pergerakan lempeng Kepulauan Indonesia relatif terhadap lempeng yang berada di sekitarnya, antara lain Lempeng Eurasia, Lempeng Hindia-Australia, Lempeng Pasifik dan sebagainya. Salah satunya Lempeng Indochina dan Asia Tenggara bergerak relatif terhadap Lempeng Eurasia dengan kecepatan $6 \text{ cm} \pm 3 \text{ mm}$ per tahun.

Dalam penelitian ini dilakukan pendefinisian kembali stasiun GNSS CORS GMU1 pada tahun 2012 dengan pengikatan terhadap kombinasi titik ikat GPS global dan regional yang selanjutnya disebut *project* kombinasi. Hal ini dilakukan untuk membandingkan hasil berupa koordinat pada *project* yang dilakukan oleh Artini (2012) yaitu dengan hanya melibatkan titik ikat global yang selanjutnya disebut *project* global. Namun dalam penelitian ini akan dikaji jika pengikatan tersebut dikombinasikan dengan titik ikat regional dan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya apabila desain jaring lebih rapat.

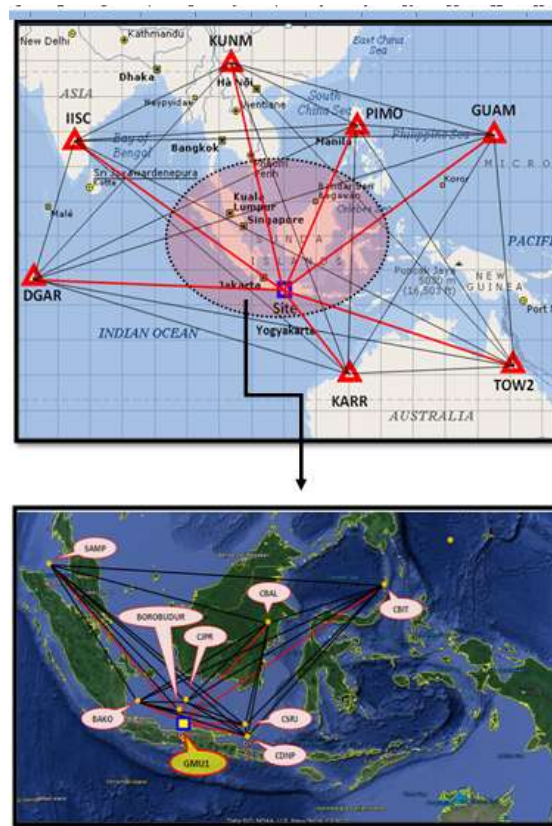
METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan *file* RINEX (*Receiver Independent EXchange Format*) stasiun GNSS CORS GMU1 dengan data pengamatan GNSS selama 7 hari yaitu tanggal 14 Juli 2012 sampai dengan tanggal 20 Juli 2012 (*doy* 196, *doy* 197, *doy* 198, *doy* 199, *doy* 200, *doy* 201, *doy* 202) dengan *sampling rate* 30 detik. Data ini diperoleh dengan cara mengunduh dari *server* stasiun aktif

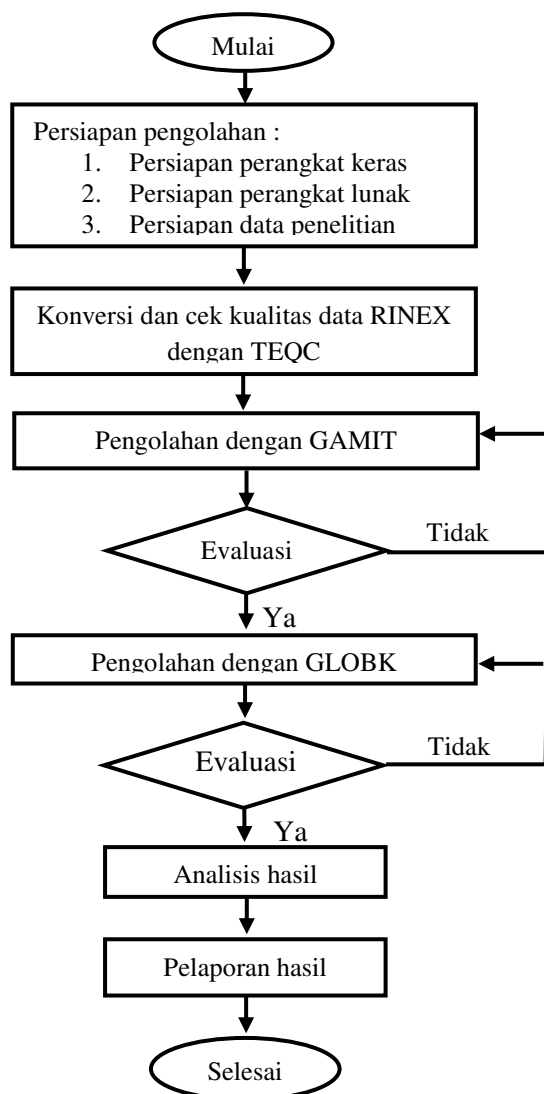
GMU1. Skema akuisisi data dari stasiun GMU1 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema akuisisi data rangkaian stasiun GNSS CORS GMU1

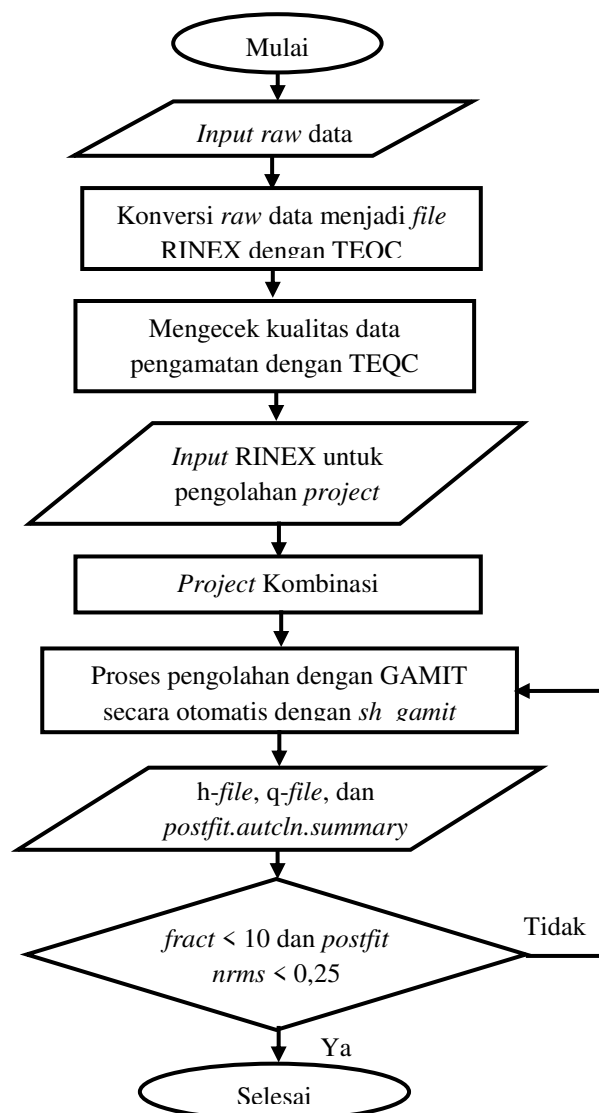


adalah DGAR (Diego Garcia Island), GUAM (Guam, Pasific), IISC (Bangalore, India), KARR (Karratha, Australia), KUNM (Kunming, China), PIMO (Philipino), dan TOW2 (Townsville, Australia) yang akan dikombinasikan dengan 11 buah titik ikat dari stasiun regional yaitu 4 stasiun pengamatan Candi Borobudur yaitu : BORA, BORB, BORC, BORD, 2 stasiun GPS Pulau Jawa yaitu : BAKO (Cibinong) dan CJPR (Jepara), 2 stasiun GPS Pulau Bali yaitu : CDNP (Denpasar) dan CSRJ (Singaraja), 1 stasiun GPS Pulau Sumatera yaitu : SAMP (Medan), 1 stasiun GPS Pulau Kalimantan yaitu : CBAL (Balikpapan), dan 1 stasiun Pulau Sulawesi yaitu : CBIT (Bitung). Kombinasi titik ikat global dan regional ini selanjutnya disebut *project* kombinasi.



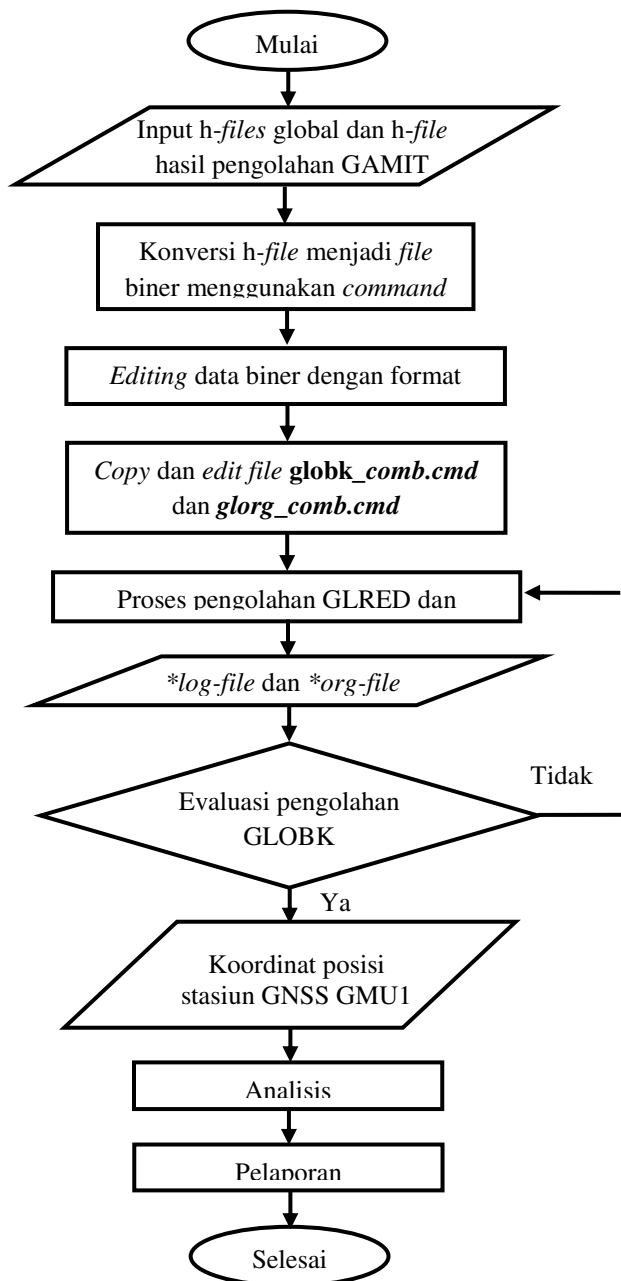
Gambar 3. Diagram alir penelitian secara umum

Pengolahan data stasiun GNSS CORS GMU1 ini diikatkan terhadap jaring global *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) 2008. Data *ephemeris* yang digunakan berupa data *IGS final orbit* yang diperoleh dengan mengunduh dari homepage IGS <http://igsceb.jpl.nasa.gov> dalam format *.sp3. File pasang surut gelombang laut yaitu *otl_FES2004.grid* merupakan pencerminan dinamika pasang surut air laut di seluruh dunia yang diunduh pada situs <ftp://garner.ucsd.edu>. File pemodelan cuaca yaitu berupa file *vmflgrid.2011* merupakan fungsi pemetaan hitungan cuaca yang diunduh dari <ftp://everest.mit.edu>. File atmosfer yaitu *atmdisp_cm.2011* yang diperoleh dengan cara mengunduh dari homepage MIT yaitu www.gpsg.mit.edu.



Gambar 4. Diagram alir pengolahan dengan GAMIT

Secara detail, diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3 (Tahapan secara umum), Gambar 4 (Tahapan pengolahan dengan GAMIT) dan Gambar 5 (Tahapan pengolahan dengan GLOBK).



Gambar 5. Diagram alir pengolahan dengan GLOBK

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, stasiun GNSS CORS GMU1 akan diikatkan pada kombinasi titik ikat global dan

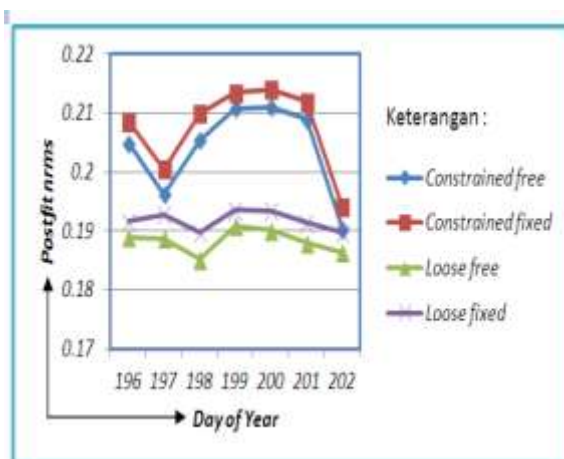
regional yaitu berjumlah 18 buah titik ikat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya apabila desain jaring lebih rapat. Berikut ini adalah hasil secara keseluruhan. Pada *project* kombinasi ini, hasil pengolahan data menggunakan GAMIT menghasilkan *q-file* yang memberikan informasi tentang *apriori koordinat spheris*, *adjust*, *formal* dan *postfit koordinat spheris* untuk setiap stasiun pengamatan dalam satuan meter, sedangkan nilai *fract* merupakan perbandingan antara nilai *adjust* dengan nilai *formal*.

Tabel 1. Hasil pengolahan *project* kombinasi

doy	Label (units)	A priori	Adjust (m)	Formal	Fract	Postfit
196	<i>Lat (dms)</i>	07:42:45,03159	0,0092	0,013	0,7	07:42:45,03129
	<i>LONG (dms)</i>	110:22:20,83754	0,0038	0,0135	0,3	110:22:20,83767
	<i>RADIUS (km)</i>	6377,92468617	-0,0445	0,0154	-2,9	6377,92464168
197	<i>Lat (dms)</i>	07:42:45,03159	0,0001	0,0126	0,1	07:42:45,03168
	<i>LONG (dms)</i>	110:22:20,83754	-0,0113	0,0133	-0,9	110:22:20,83688
	<i>RADIUS (km)</i>	6377,92468617	-0,0089	0,0156	-0,6	6377,92443089
198	<i>Lat (dms)</i>	07:42:45,03159	0,2292	0,0126	18,1	07:42:45,00630
	<i>LONG (dms)</i>	110:22:20,83754	-0,0637	0,0133	-4,8	110:22:20,82517
	<i>RADIUS (km)</i>	6377,92468617	-0,1028	0,0155	-6,6	6377,92433700
199	<i>Lat (dms)</i>	07:42:45,03159	0,2426	0,0126	19,3	07:42:45,00587
	<i>LONG (dms)</i>	110:22:20,83754	-0,0543	0,0131	-4,2	110:22:20,83548
	<i>RADIUS (km)</i>	6377,92468617	-0,1031	0,0149	-6,9	6377,92433671
200	<i>Lat (dms)</i>	07:42:45,03159	0,2419	0,0126	19,2	07:42:45,00589
	<i>LONG (dms)</i>	110:22:20,83754	-0,0568	0,0131	-4,3	110:22:20,83540
	<i>RADIUS (km)</i>	6377,92468617	-0,1027	0,0151	-6,8	6377,92433707
201	<i>Lat (dms)</i>	07:42:45,03159	0,2433	0,0126	19,3	07:42:45,00585
	<i>LONG (dms)</i>	110:22:20,83754	-0,0565	0,0132	-4,3	110:22:20,83541
	<i>RADIUS (km)</i>	6377,92468617	-0,1097	0,015	-7,3	6377,92433008
202	<i>Lat (dms)</i>	07:42:45,03159	0,2547	0,0633	4	07:42:45,00548
	<i>LONG (dms)</i>	110:22:20,83754	-0,0744	0,1303	-0,6	110:22:20,83483
	<i>RADIUS (km)</i>	6377,92468617	-0,1762	0,0515	-3,4	6377,92426358

Evaluasi hasil pengolahan penelitian ini menggunakan nilai *fract* pada *q-file* versi "a". Besarnya perataan yang diberikan pada tiap stasiun ditunjukkan dari nilai *adjust*. Evaluasi lainnya dapat dilakukan untuk melihat besaran nilai *postfit nrms* yaitu terdapat pada *sh_gamit_ddd.summary*. Pada Tabel 1, setiap *doy* disajikan koordinat *latitude* (lintang), *longitude* (bujur) menggunakan satuan *degree minute second* (dms) dan radius (jarak normal sepanjang elipsoid) menggunakan satuan kilometer (km). Pada pengolahan data dengan GAMIT, indikator yang digunakan untuk melakukan evaluasi adalah melihat nilai *fract*. Nilai *fract* terkecil terdapat pada *doy* 201 (*radius*) sebesar -7,3 dan nilai *fract* terbesar yaitu sebesar 19,3 terdapat pada *doy* 199 (*latitude*) dan *doy* 201

(latitude). Nilai *fract* di atas 10 mengindikasikan ada kesalahan kasar dan sistematis pada proses pengolahan data tersebut. Nilai *postfit nrms* merupakan perbandingan antara nilai akar kuadrat *chi-square* dan nilai *degree of freedom*. Masing-masing *doy* mempunyai nilai *postfit nrms* yang bervariasi. Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan rentang nilai untuk *postfit nrms* hasil pengolahan *project* kombinasi.

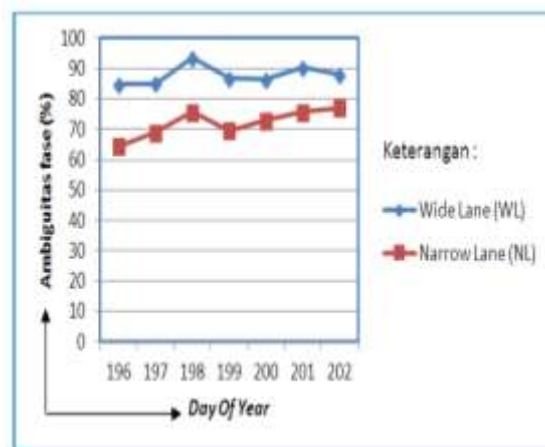


Gambar 6. Nilai *postfit nrms*

Nilai kisaran *constrained free* dan *constrained fixed* yaitu antara 0,19036 sampai dengan 0,21403. Nilai *constrained free* mempunyai rata-rata sebesar 0,20396. Sedangkan nilai *constrained fixed* mempunyai rata-rata sebesar 0,20752. Nilai rata-rata tersebut adalah rata-rata dari nilai *postfit nrms* ketujuh *doy*. Nilai kisaran *loose free* dan *loose fixed* antara 0,18518 sampai dengan 0,19353. Nilai rata-rata *loose free* adalah 0,18830, sedangkan nilai rata-rata *loose fixed* adalah 0,19176. Grafik pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *loose nrms* lebih kecil dibandingkan dengan nilai dari *constrained nrms*. Hal itu menunjukkan bahwa tidak ada nilai yang salah dari parameter orbit dan koordinat stasiun pengamat. Parameter evaluasi lainnya yaitu nilai ambiguitas fase yang terdapat pada file *sh_gamit_ddd.summary*.

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 7 merupakan nilai ambiguitas fase yaitu jenis *Wide Lane* (WL) dan *Narrow Lane* (NL). Nilai ambiguitas fase terbesar jenis WL terdapat pada *doy* 198 sebesar 93,6 %. Sedangkan nilai ambiguitas fase terbesar jenis NL terdapat pada *doy* 198 yaitu sebesar 75,9 %. Nilai rata-rata ambiguitas fase untuk jenis WL adalah 87,8 %. Nilai WL yang baik adalah lebih dari 90 %. Jika nilainya di bawah 90 %, maka pada pengolahan data tersebut masih terdapat *noise* pada

pseudorange. Nilai rata-rata ambiguitas fase untuk jenis NL adalah sebesar 72,1 %. Nilai NL yang baik adalah lebih dari 80 %. Apabila kurang dari 80 %, maka menandakan bahwa pengolahan data tersebut terdapat kesalahan pada ukuran, konfigurasi jaringan, kualitas orbit, koordinat apriori, atau kondisi atmosfer (Herring, 2006).



Gambar 7. Nilai WL dan NL

Dalam *project* kombinasi ini terlihat bahwa ada kesalahan pada konfigurasi jaringan yang tidak merata. Namun demikian tetap digunakan hasil dari proses *project* kombinasi dikarenakan nilai *postfit* masih masuk dalam kriteria. Oleh karena itu dapat digunakan untuk proses lanjutan dengan menggunakan GLOBK.

Tabel 2. Nilai χ^2/f

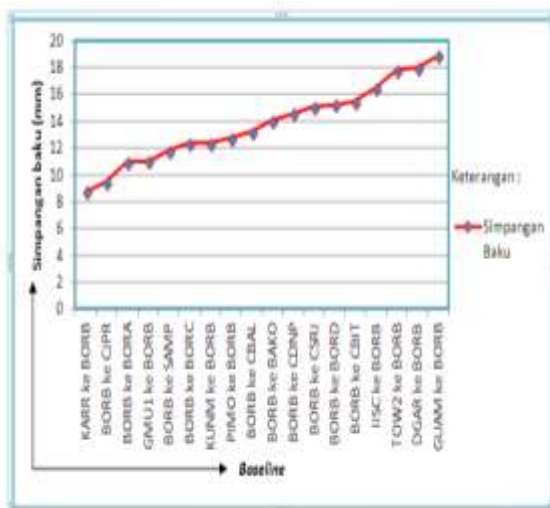
doy	χ^2/f
196	0,443
197	0,473
198	0,448
199	0,366
200	0,37
201	0,4
202	0,407

Proses pengolahan data tahap akhir dalam penelitian ini adalah pengolahan data dengan menggunakan GLOBK. Evaluasi hasil pengolahan data dapat dilihat dari hasil statistik *chi-square increment per degree of freedom* yang digunakan untuk menentukan konsistensi dari solusi GAMIT parameter *loosely constraint* terhadap GLOBK.

Tabel 2 menunjukkan nilai *chi-square* masing-masing *doy* untuk *project* kombinasi. Nilai *chi-*

square yang kecil pada awal *file* menunjukkan nilai apriori dan *constraint* konsisten terhadap data yang diproses. Secara keseluruhan, nilai tersebut tidak mengalami perubahan secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pemodelan data yang buruk termasuk pada solusi yang dihasilkan (Lestari, 2006).

Pada penelitian ini, juga disampaikan pembahasan mengenai hasil pengolahan berupa panjang *baseline* dan ketelitiannya. Pengolahan dengan GLOBK menyajikan *output* berupa informasi panjang *baseline* beserta ketelitiannya yaitu simpangan baku. Informasi panjang *baseline* terdapat pada *file* berekstensi *.org. Semakin panjang *baseline*, maka ketelitiannya cenderung semakin rendah. Akan tetapi, ada juga *baseline* yang panjang serta memiliki ketelitian yang relatif tinggi. Hal ini dihubungkan bahwa pada setiap stasiun kemungkinan dapat terjadi *outlier* pada saat pengukuran sehingga kualitas data RINEX-nya juga berbeda. Dengan demikian pada akhirnya akan mempengaruhi hasil ketelitian *baseline* hasil pengolahan.



Gambar 8. Grafik simpangan baku *baseline* dari dan ke stasiun BORB

Gambar 8 menunjukkan ketelitian *baseline* yang terbentuk dari stasiun BORB ataupun *baseline* yang menuju stasiun BORB yaitu berkisar antara 8,78 mm (stasiun KARR ke stasiun BORB) sampai dengan 15,85 mm (stasiun GUAM ke stasiun BORB). Hal ini dikarenakan data pengamatan GPS stasiun BORB pada *doy* 199, *doy* 200, dan *doy* 202 tidak penuh 23.99 \approx 24 jam. Pada *doy* 199 data pengamatan GPS dilakukan mulai pukul 00:00:00 hingga pukul 22:14:30, kemudian untuk *doy* 200

data pengamatan GPS dilakukan mulai pukul 00:35:00 hingga pukul 23:59:30. Pada *doy* 202 data pengamatan GPS stasiun BORB dilakukan mulai pukul 00:01:30 hingga pukul 08:04:00.

Pada pengolahan dengan GLOBK, hasil sistem koordinat terdapat pada *file* dengan ekstensi *.org. Hasil koordinat kartesi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Koordinat kartesi pada *project* kombinasi

X (m)	-2200206,970	σ_x (mm)	26,05
Y (m)	5924895,455	σ_y (mm)	26,13
Z (m)	-855932,576	σ_z (mm)	191,11

Tabel 4. Koordinat kartesi pada *project* global

X (m)	-2200206,975	σ_x (mm)	1,41
Y (m)	5924895,453	σ_y (mm)	2,79
Z (m)	-855932,547	σ_z (mm)	0,87

Pada Tabel 3 dan 4 dapat dilihat bahwa ketelitian komponen Y dalam hal ini komponen tinggi mempunyai nilai simpangan baku yang lebih besar dari ketelitian komponen X. Hal ini berarti ketelitiannya relatif rendah dari ketelitian komponen X. Hasil ini sesuai dengan teori bahwa pengukuran GNSS dalam penentuan komponen tinggi suatu titik maka ketelitiannya relatif lebih rendah dibandingkan ketelitian komponen horizontalnya (Widjajanti, 2010).

Tabel 5. Perbedaan koordinat pada *project* kombinasi dan *project* global

dX (m)	-0,005	$d\sigma_x$ (mm)	24,64
dY (m)	0,002	$d\sigma_y$ (mm)	23,34
dZ (m)	0,329	$d\sigma_z$ (mm)	190,24

Tabel 5 menunjukkan perbedaan koordinat pengolahan *project* kombinasi dan *project* global. Komponen sumbu X,Y, dan Z mempunyai perbedaan sampai fraksi centimeter. Hal ini menunjukkan bahwa pengikatan yang melibatkan titik ikat global tidak selalu menghasilkan ketelitian dalam fraksi milimeter jika dikombinasikan dengan titik ikat regional. Penambahan titik ikat pada suatu jaring tidak selalu memberikan ketelitian yang baik. Hal ini tergantung pada faktor-faktor lain yang menentukan ketelitian titik pada proses perataan jaring, diantaranya adalah distribusi lokasi titik ikat, kehandalan data yang menyangkut *outlier* dan panjang *baseline* titik pengamatan dengan titik ikat.

Uji signifikansi perbedaan koordinat yang dihasilkan antara dua *project* dilakukan dengan uji-t. Dalam

hal ini uji-t dilakukan untuk menguji perbedaan koordinat yang dihasilkan pada *project* kombinasi terhadap *project* global yang oleh dilakukan Artini (2013). Uji-t dilakukan dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat kebebasan ∞ , sehingga nilai t_a adalah 1,960. Nilai t-hitungan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai t-hitungan koordinat stasiun GMU1 *project* kombinasi terhadap *project* global

Parameter	t-hitungan	Hasil Uji
X	0,164	Diterima
Y	0,037	Diterima
Z	0,066	Diterima

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai t-hitungan untuk masing-masing komponen sumbu X, Y, Z lebih kecil dari nilai 1,960. Nilai tersebut menunjukkan bahwa secara statistik perbedaan koordinat pada komponen sumbu X, Y, dan Z hasil pengolahan *project* kombinasi tidak ada perbedaan secara signifikan dibandingkan dengan hasil pengolahan *project* global. Walaupun sebenarnya berdasarkan uji-t tidak ada perbedaan nilai koordinat secara signifikan antara *project* global terhadap *project* kombinasi untuk seluruh komponen X, Y, dan Z, namun jika ditinjau dari nilai simpangan bakunya dari pengolahan dengan GAMIT harus menghasilkan ketelitian dalam fraksi milimeter.

Menurut Widjajanti (2010), pada pengukuran GNSS dalam pendefinisian stasiun GNSS CORS untuk aplikasi yang menuntut ketelitian tinggi bertumpu pada metode penentuan posisi secara *differencing* dengan menggunakan *data fase*. Pengamatan GPS dilakukan pada selang waktu yang panjang dan dalam suatu kerangka jaringan GNSS (Issac, 2007). Selain itu pengolahan data GNSS harus dilakukan menggunakan perangkat lunak ilmiah (Herring, 2010). Hal ini dikarenakan perangkat lunak ilmiah lebih canggih baik dalam strategi pengolahan data khususnya pada proses perataan jaring yang melibatkan stasiun IGS (Yosafat, 2009).

Agar dicapai hasil presisi tingkat tinggi dalam pendefinisian stasiun GNSS CORS, digunakan teknik-teknik GNSS yang dapat diimplementasikan dengan beberapa pertimbangan yang tepat. Berawal dari pemilihan alat penerima GNSS dual frekuensi tipe geodetik. Pengamatan GNSS diperlukan secara bersama-sama dengan perencanaan survei yang baik dan *input file* yang tepat misalnya panjang durasi pengamatan, sudut *cut-off* dan *sampling rate*.

Menurut Widjajanti (2010), strategi pengolahan dapat direncanakan misalnya menggunakan jumlah dan konfigurasi stasiun referensi, pemilihan apriori koordinat, dan pemberian pembobotan pada stasiun pengamatan, penghilangan kesalahan dan bias, serta pemeriksaan kualitas data.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah nilai koordinat kartesian 3D dari stasiun GNSS CORS GMU1 pada tahun 2012 menggunakan kombinasi titik ikat global dan regional adalah X (m) = -2200206,970 m \pm 26,06 mm; Y (m) = 5924895,455 m \pm 26,13 mm; Z (m) = -855932,576 m \pm 191,11 mm. Pada penelitian ini disampaikan pembahasan mengenai hasil pengolahan berupa panjang *baseline* dan ketelitiannya. Ketelitian *baseline* yang terbentuk dari stasiun BORB ataupun *baseline* yang menuju stasiun BORB yaitu berkisar antara 8,78 mm (stasiun KARR ke stasiun BORB) sampai dengan 15,85 mm (stasiun GUAM ke stasiun BORB). Hal ini dikarenakan data pengamatan GPS stasiun BORB pada beberapa *doy* tidak penuh 23.99 \approx 24 jam. Perbedaan koordinat pengolahan *project* kombinasi dan *project* global menghasilkan komponen sumbu X, Y, dan Z mempunyai perbedaan sampai fraksi centimeter yaitu masing-masing sebesar 2,464 cm, 2,334 cm, dan 19,024 cm. Hasil uji-t koordinat kartesian 3D menunjukkan bahwa secara statistik perbedaan koordinat pada komponen sumbu X, Y, dan Z hasil pengolahan *project* kombinasi tidak ada perbedaan secara signifikan dibandingkan dengan hasil pengolahan *project* global.

DAFTAR PUSTAKA

- Artini, S. R. 2013, "Pendefinisian Stasiun Aktif GMU1 Tahun 2012 dengan Titik Ikat Gps Regional Dan Global", Tesis, Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Bock, Y., Prawirodirdjo, L., Genrich, J.F., Stevens, C.W., McCaffrey, R., Subarya, C., Puntodewo, SSO., and Calais, E., 2003, Crustal Motion in Indonesia from Global Positioning System Measurements, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, No. B8. 2367.

- Fahrurrazi, D. dan Sunantyo, T.A., 2011, "Menuju Jaringan Kontrol Geodetik Dinamik", *Seminar Nasional Implementasi Undang-Undang Informasi Geospasial : Peluang, Harapan, dan Tantangan*, 6 – 7 Juni 2011, Yogyakarta.
- Herring, T., King S.W, McClusky S.C., 2006, "Introduction to GAMIT/GLOBK", Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Science, Massachusetts Institute of Technology.
- Herring, T., King S.W, McClusky S.C., 2010, "GAMIT Reference Manual; GPS Analysis at MIT", Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Science, Massachusetts Institute of Technology.
- Isaac dkk., 2007, "Analysis of Data from the GPS Reference Station at AAU using GAMIT", Master Tesis, Faculty of Engineering and Science, Aalborg University, Denmark.
- Lestari, D., 2006, "GPS Study for Resolving the Stability of Borobudur Temple Site", Master Tesis, School of Surveying and Spatial Information System, University of New South Wales.
- Muliawan, A.D. 2012, "Penentuan Koordinat Station GMU1 Bulan Mei Tahun 2011", Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Roberts, C., 2009, Continuously Operating Reference Station (CORS) GNSS Networks: A Superior Infrastructure for Precision Agriculture, School of Surveying and Spatial Information System, University of New South Wales. Rizos, C., 1999. "Principles and Practice of GPS Surveying", SNAP Laboratorium, UNSW, New South Wales.
- Sunantyo, T.A., 2009, "GNSS Infrastructure and Standard in Indonesia", 7th FIG Regional Conference, 19-22 Oktober 2009, Hanoi.
- Wellenhof, B.H., 2008, *GNSS-Global Navigation Satellite System, GPS, GLONASS, Galileo, and more*, Springer Wien, New York.
- Widjajanti, N., 2010, "Deformation Analysis of Offshore Platform using GPS Technique and its Application in Structural Integrity Assessment", Ph.D Disertasi, Universiti Teknologi PETRONAS, Malaysia.
- Yosafat, R.L., 2009. "Pengaruh Jumlah Titik Ikat pada Proses Perataan Jaringan terhadap Ketelitian Koordinat Titik dalam Jaringan GPS Setingkat Orde 0", Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas GadjahMada, Yogyakarta.